

4.45. COMUNICACIÓN BREVE 45

ESTUDIO DE LA INTERRELACIÓN DE ALGUNAS VARIABLES FÍSICO Y/O QUÍMICAS EN LA TORREFACCIÓN DEL CAFÉ A TRAVÉS DE SERIES DE TIEMPO

Juan José Arias Giraldo, Oscar Emilio Molina Díaz.
jjariasg@uqvirtual.edu.co, omolina@uniquindio.edu.co
 Universidad del Quindío.

Resumen.

Durante el proceso del tostado del café se alteran algunas variables físicas y químicas como el color, temperatura, peso, actividad de agua, acidez, entre otras. Además mediante prácticas de laboratorio es posible obtener datos de algunas de estas variables, las cuales varían con respecto al tiempo de exposición al calor, por ejemplo: a mayor tiempo de exposición al calor, menor peso o menor es la actividad de agua. Esta relación entre las variables y el tiempo de exposición al calor permite estudiar dichas interrelaciones con series de tiempo y modelos autorregresivos.

Palabras claves. Series temporales, Tostado del Café, Modelos Autorregresivos.

● **Presentación del problema.**

Para analizar el proceso del tostado del café se estudia un conjunto de datos que varía con respecto al tiempo de exposición al calor. Las variables a estudiar se determinaron a través de prácticas experimentales en la Escuela Nacional del Café del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Como en el proceso de tuestión, las variables de estudio son afectadas por factores como: la temperatura ambiente, la hora de tuestión y el origen del café, se supone una estandarización de este proceso garantizando una buena condición para dicho análisis. Además se mostrará un diagrama que indica las relaciones causales de las variables de estudio. Con lo anterior se quiere dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿cómo es la interrelación de algunas de las variables físico químicas en el proceso del tostado del café y cuál de estas variables tiene más influencia o es más afectada durante este proceso?

● **Marco de referencia conceptual.**

Los procesos estocásticos son un conjunto de variables aleatorias Z_t para cada valor de $t \in T$ ordenadas en el tiempo o en el espacio, así la familia $\{Z_t, t \in T\}$ describe un proceso estocástico univariado, donde Z_t puede variar para cada $t \in T$. Estas variables aleatorias representan para cada

ω fijo, con ω que pertenece al espacio muestral Ω , una trayectoria o realización llamada serie de tiempo. Para este caso, como el proceso asume valores reales, la serie se llama serie de tiempo de valor real. Por otra parte, una serie de tiempo vectorial se define como un proceso estocástico vectorial o multivariado a partir de series de tiempo univariadas:

$$\mathbf{Z}_t = (Z_{1,t}, Z_{2,t}, \dots, Z_{m,t})'.$$

Una serie de tiempo regularmente espaciada es un conjunto de sucesos o experimentos aleatorios ordenados y equidistantes asociados con el tiempo y, con frecuencia, son utilizadas para predecir y pronosticar. Estas series temporales tienen como objetivo llegar a describir o modelar un comportamiento o fenómeno de interés, del cual se espera tener unos resultados.

Como es posible obtener datos en el proceso del tostado del café, una de las herramientas que permite establecer relaciones de interdependencia entre las variables que se ven afectadas en la torrefacción son las series de tiempo y los modelos autorregresivos. De manera general se tiene que un modelo autorregresivo vectorial de orden $p, p \in \mathbb{N}$ ($VAR(p)$) de media cero, tiene la forma

$$\mathbf{Z}_t = \sum_{i=1}^p \Phi_i \mathbf{Z}_{t-i} + \mathbf{a}_t$$

donde $\mathbf{Z}_t = (Z_{1,t}, Z_{2,t}, \dots, Z_{m,t})'$ es el conjunto de variables del proceso, las matrices Φ_i con $i = 1, 2, \dots, p$ son las matrices que contienen los coeficientes autorregresivos de las variables rezagadas p etapas y \mathbf{a}_t es el vector de errores aleatorios del proceso. Este modelo indica que las variables en un tiempo t dependen de las mismas variables rezagadas p etapas, más un error aleatorio.

- **Metodología.**

- Estudiar el proceso del tostado del café y las variables que en él intervienen.
- Determinar las variables que sufren cambios en el proceso del tostado del café, que por la facilidad de realizar las mediciones se tomarán registros del color, temperatura y actividad del agua con la ayuda de un higrómetro de punto de rocío y un espectrofotómetro.
- Ajustar un modelo VAR para las variables que intervienen en el proceso del tostado del café y establecer el tipo de interrelación que en ellas existen.

- **Análisis de datos.**

Con los datos obtenidos del tostado del café, se ajusta un modelo vectorial autorregresivo VAR y se analiza el orden del modelo en un paquete estadístico, luego se hace una prueba de estacionariedad de la serie de tiempo vectorial para garantizar tanto la estacionariedad tanto de la serie de tiempo vectorial como el de las series de tiempo univariadas. Luego se establece la relación de interdependencia entre las variables y se identifica cuál de ellas es la más afectada y así determinar el modelo con mayor porcentaje de confiabilidad de acuerdo al R-cuadrado.

- **Conclusiones.**

Escogiendo los coeficientes del modelo con una probabilidad del 90% de confianza, se puede observar que las variables se ven siempre afectadas por la variable de color amarillo-azul en una etapa anterior. Además se propusieron otros modelos autorregresivos donde se diferenciaban la luminosidad y la temperatura para garantizar la estacionariedad de la serie de tiempo vectorial, allí se pudo evidenciar que la variable de color amarillo-azul seguía afectando a la actividad de agua, la luminosidad y el color rojo-verde. Por otro lado la luminosidad fue la variable más afectada por ella misma, la actividad de agua y el color amarillo-azul en una etapa anterior.

Bibliografía.

- Salcedo, G. (2001). Modelos Arima Vectoriales Aplicados A Series De Datos Ambientales. Grupo de investigación y asesoría en estadística. Universidad del Quindío.
- Salcedo, G. y Hurtado, H. (1996). Series Temporales con aplicaciones a la epidemiología y a la ecología. AAS publicadad, Armenia.
- Wei W. W. S. (1990). Time series analysis univariate and multivariate methods. Departament of statistics temple university. Editorial Adisson Wesley.